

PLACAS DE CIMENTO-MADEIRA COM RESÍDUO DE BANANEIRA PARA A REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS

CEMENT-WOOD BOARDS WITH BANANA TREE WASTE FOR BUILDINGS REHABILITATION



Bruno Fernandes ⁽¹⁾, Vítor Silva ⁽¹⁾, Paulina Faria ^(1,2)

(1) DEC, FCT, Universidade NOVA de Lisboa, Portugal, bma.fernandes@campus.fct.unl.pt, vmd.silva@fct.unl.pt, paulina.faria@fct.unl.pt

(2) CERIS, IST, Universidade de Lisboa, Portugal

RESUMO

O pseudocaule de bananeira é um resíduo que é gerado na indústria da banana, por ter de ser cortado e removido da árvore regularmente, e que não tem grande aplicação em Portugal. Na reabilitação de edifícios recorre-se muitas vezes à utilização de placas compósitas com base em cimento (CBPB) para compartimentação ou revestimento, interior ou exterior. As placas de partículas de madeira aglutinadas por cimento são um dos casos. A empresa VIROC produz e comercializa este tipo de placas. As partículas de madeira são obtidas a partir de toros de madeira de pinho nacional. Com vista à circularidade da economia e pelo interesse de incorporar resíduos em materiais de construção para reduzir a sua energia incorporada e contribuir para reduzir o impacto da indústria da construção, foi proposto à VIROC avaliar a viabilidade de produção deste tipo de placas recorrendo a uma substituição parcial das partículas de madeira virgem por partículas de pseudocaule de bananeira. Procurando simular a produção industrial das placas VIROC, produziram-se em laboratório provetes de placas com 0 %, 25 %, 50 % e 75 % de substituição em massa de partículas de madeira por fibras de pseudocaule, que foram caracterizadas por ensaios físico-mecânicos, de acordo com a normalização em vigor para este tipo de placas. Neste artigo apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos. Face à formulação apenas com aparas de madeira a introdução das fibras promoveu, principalmente, o aumento do módulo de elasticidade em flexão e a redução do inchamento em espessura dos painéis. A campanha experimental apresentou resultados promissores, tendo sido possível cumprir, na maior parte dos casos, os requisitos definidos na normalização europeia das CBPB. Assim, a substituição parcial de madeira virgem pelas fibras de bananeira apresenta viabilidade e pode contribuir para a circularidade da economia.

Palavras-chave: Economia circular; resíduo de origem vegetal; fibra de pseudocaule de bananeira; requisito; caracterização laboratorial.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, tem-se vindo a dar cada vez mais importância à necessidade de utilizar resíduos e subprodutos como alternativa, pelo menos parcial, aos recursos naturais na produção dos materiais de construção. Existe inclusive legislação nacional que já exige a incorporação de resíduos. Tal deve-se, por um lado, aos recursos naturais serem finitos e, por outro lado, à dificuldade na gestão dos resíduos. Assim, criar alternativas para os diferentes setores produtivos de maneira a reduzir o consumo excessivo de recursos naturais, utilizando simultaneamente resíduos e subprodutos industriais, é uma tarefa fulcral para um futuro mais sustentável e promissor para gerações futuras.

De acordo com Moraes e Henkes (2013), estima-se que a cada ano cerca de 10 toneladas de matéria-prima seja extraída do solo por habitante. Dos vários setores existentes, a construção civil possui as maiores relações de interdependência com o meio ambiente. Há assim a necessidade de reduzir o seu impacto negativo, indo de encontro à utilização de resíduos existentes para a criação de novos materiais de construção. A forma de construir também necessita ser repensada e pode ser otimizada. Através de investigação e investimentos no setor tecnológico, é possível alterar o futuro que se está a traçar. Os governos também devem estar dispostos a criar incentivos para que haja mais pesquisa e investimentos principalmente na área de estudos de novos materiais. Por exemplo na reabilitação construtiva de edifícios, são consumidos muitos m² de placas por exemplo compósitas de cimento e fibras.

Os resíduos de origem vegetal, dos quais os resíduos da bananeira são um exemplo muito volumoso na ilha da Madeira, começam também a ganhar importância e visibilidade com o apoio dos vários estudos que se têm vindo a desenvolver em torno deste tema, comprovando os seus benefícios ao nível de vários setores, abrangendo áreas desde a medicina, até à construção civil.

De acordo com os dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2018), a banana é o segundo fruto mais consumido a nível mundial, seguido do tomate, atingindo um número recorde da sua produção em 2018, de 115 milhões de toneladas, o que representa aproximadamente 5 200 milhões de pseudocaule da bananeira. Através destes dados é fácil perceber a dimensão de resíduos que a produção deste fruto gera. Contudo, apesar da quantidade de resíduos deste tipo gerados, são apenas utilizados pelos seus produtores para efeitos de fertilização dos terrenos ou, em alguns casos, as folhas da bananeira, funcionam como cobertura de algumas habitações de construção mais vernáculas.

As bananeiras são plantas herbáceas, ou seja, têm caules não lenhosos ou flexíveis. A sua origem remonta à Ásia, no entanto, espalharam-se abundantemente pelas regiões tropicais e subtropicais do mundo inteiro. Cada bananeira produz apenas um cacho de bananas, terminando assim o seu ciclo de vida, necessitando de ser cortada à posteriori. É uma planta de rápido crescimento atingindo a sua plenitude em menos de dois anos, período durante o qual esta se vai reproduzindo, criando assim descendentes. Consequentemente as bananeiras mais antigas necessitam de ser removidas e as mais novas de serem afastadas para que possam crescer com as condições necessárias. Assim, durante o seu período de exploração e ao terminar o seu tempo de vida, são gerados resíduos vegetais, nomeadamente a folha da bananeira e o seu pseudocaule.

Segundo a FAO (2018), as bananeiras não necessitam de muitos cuidados e apreciam ambientes húmidos; daí os maiores registos de produção desta fruta estarem associados a países como Índia, China, Filipinas, Equador, Brasil, Estados Unidos. De acordo com o Quadro 1, a Índia é o maior produtor a nível mundial. Em Portugal a ilha da Madeira apresenta uma produção elevada.

Quadro 1 – Quantidade de banana produzida em alguns países (FAO, 2018).

País produtor	Quantidade produzida (toneladas)
Índia	30 000 000
China	11 000 000
Filipinas	8 000 000
Equador / Brasil	7 000 000

A planta é composta essencialmente pelas suas raízes, o seu pseudocaule, as folhas e o seu fruto (banana). Apresentam caule subterrâneo denominado rizoma, de onde saem as raízes primárias de grande comprimento para procura de água, visando a hidratação dos seus tecidos (Borges et al., 2004).

Na parte exterior do pseudocaule encontram-se as fibras de pseudocaule, Figura 1 (a). Este nome advém de o fato da bananeira ter um “falso tronco”, o palmito, envolto numa sobreposição das fibras. Como tal, apenas pode ser observado após a remoção de todas as fibras do pseudocaule, Figura 1 (b), ou através de um corte transversal, Figura 1 (c).

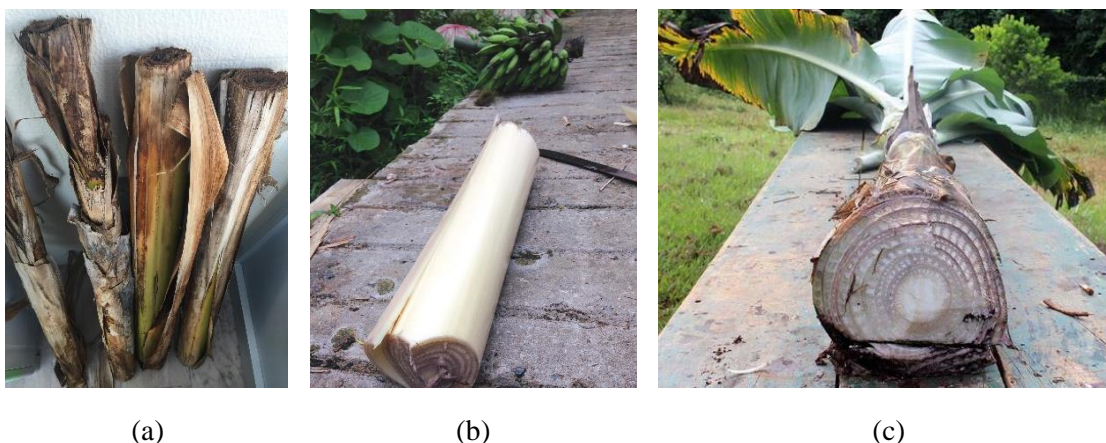


Figura 1 – (a) Fibras de pseudocaule da bananeira; (b) Palmito da bananeira após remoção das fibras envolventes; (c) Corte do pseudocaule da bananeira, adaptado de Borges et al. (2004).

2. CAMPANHA EXPERIMENTAL, MATERIAIS E PROVETES

2.1. Enquadramento experimental

Através de uma parceria entre a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa (FCT NOVA) e a empresa de produção de painéis de madeira-cimento VIROC do grupo Investwood, procurou-se avaliar o potencial de aplicação de resíduo de pseudocaule da bananeira na produção de placas compósitas de madeira-cimento para aplicação na construção.

As fibras do pseudocaule da bananeira, Figura 2 (a), com o passar do tempo vão-se desfolhando, Figura 2 (b). Esta planta transporta nos seus canais a água que vai alimentar as folhas e as bananas. Como tal, cada fibra que se vai separando do pseudocaule acaba por secar, Figura 2 (c), tornando-se vital a sua remoção pois dão origem a matéria morta.

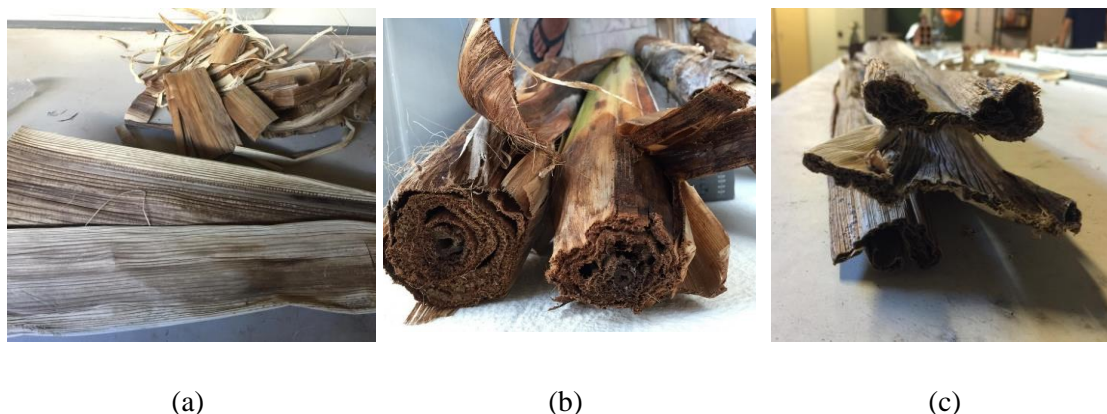


Figura 2 – (a) Amostras secas de fibras do pseudocaule da bananeira; (b) Descasque das fibras do pseudocaule da bananeira; (c) Corte transversal da fibra depois de seca, com vista para os canais de passagem da água.

Este artigo tem como principal objetivo analisar a viabilidade de desenvolver painéis compósitos de madeira-cimento, com substituições parciais de partículas de pinho bravo por fibras de pseudocaule da bananeira, que apresentem boas propriedades físicas e mecânicas. Para serem atingidos os objetivos analisaram-se as condições necessárias de viabilidade do fabrico destes painéis e, com base em resultados introdutórios e estudos prévios obtidos, realizou-se um plano sequencial do tipo de placas a produzir. Para o fabrico destas placas seguiram-se as normas e métodos adotados pela empresa, tendo sido necessário desenvolver todo um processo de produção manual, uma vez que não foi possível a utilização dos equipamentos adotados na fábrica. Houve a necessidade de encontrar um processo de trituração a partir do qual se obtivessem fibras adequadas, fabricar moldes para a conceção dos provetes e propor um processo de fabrico expedito e eficaz. Depois de definidas todas as soluções necessárias ao processo de produção, foram fabricadas placas com diferentes composições, tendo como variáveis a percentagem de fibras de madeira e pseudocaule da bananeira.

2.2. Materiais

2.2.1. Fibras de pseudocaule da bananeira e de madeira

As amostras de pseudocaule da bananeira utilizadas neste trabalho são provenientes da ilha da Madeira, recolhidas por um produtor local, no município da Ribeira Brava.

Para aplicação nos painéis compósitos, secaram-se os pseudocaules recolhidos das bananeiras para, à posteriori serem reduzidos às dimensões pretendidas para as fibras, com recurso a um moinho de lâminas Retsch SK 100, Figura 3. A moagem foi fácil e realizada de forma rápida. Porém, numa fase inicial foram necessários cortes manuais do pseudocaule, com dimensões de 10 mm x 10 mm, para que o equipamento os conseguisse triturar.



Figura 3 – Aspeto das fibras de pseudocaule da bananeira moídas.

Para o fabrico dos provetes de painéis CBPB, as aparas de pinho bravo utilizadas foram fornecidas pela empresa VIROC, devidamente aparadas nas suas máquinas. Por questões relacionadas com a oxidação destas fibras, os provetes tiveram de ser efetuados num intervalo de tempo de 48 horas, a partir do momento em que foram recolhidas da fábrica.

2.2.2. *Cimento, sulfato de alumínio e silicato de sódio*

O cimento Portland e restantes constituintes dos CBPB foram também fornecidos pela VIROC. Foram utilizados em dosagens definidas pela empresa, não descritas neste artigo por questões de sigilo industrial.

O sulfato de alumínio tem como principal função desfibrar as partículas de madeira e atuar como acelerador de presa, apresentando melhores resultados comparativamente a aditivos à base de cloreto para algumas espécies de madeira, tais como o *Pinus pinaster*. No caso do silicato de sódio, este é utilizado na indústria do cimento para várias aplicações, tais como: redutor de humidade no processo de produção do clínquer, ativador de cimento de escória, acelerador de presa no betão projetado, aditivo protetor de fibras vegetais em compósitos de cimento e sistema de proteção de superfície do betão. Contudo, a mais-valia deste químico na mistura é a redução do tempo de presa.

2.3. Produção dos provetes de placas com base em madeira e cimento

Como referido anteriormente, não se encontraram registos de estudos ou de tentativas de produção de painéis compósitos de cimento com junção das fibras de pseudocaule de bananeira. Assim, neste trabalho, o método de fabrico dos provetes teve em conta o processo adotado pela VIROC. Deu-se início ao processo de produção dos provetes pela peneiração e separação das aparas de madeira e de bananeira em resíduos de dimensões superiores e inferiores a 1 mm. Os painéis possuem uma distinção na deposição dos agregados que varia ao longo da sua espessura. A Figura 4 ilustra um corte transversal de uma amostra fornecida pela VIROC, que demonstra a diferente disposição granulométrica. Nas suas superfícies superior e inferior é possível constatar a presença das partículas de menor dimensão (< 1 mm), aumentado as suas dimensões no sentido das faces para o seu interior, sendo este composto por dimensões aleatórias.

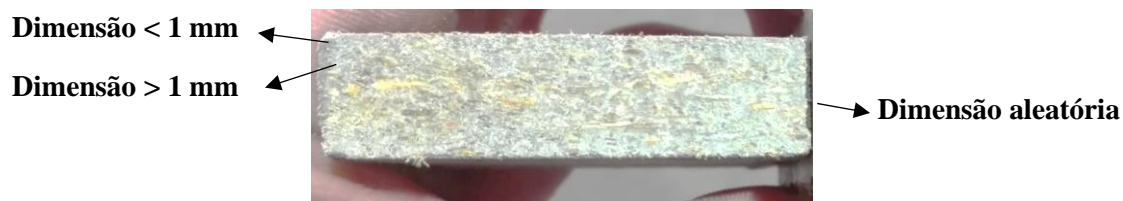


Figura 4 – Corte transversal de uma amostra de painel VIROC.

O passo seguinte consistiu na mistura, cujas quantidades foram todas controladas e calculadas tendo em consideração as proporções definidas pela VIROC. Definiram-se as quantidades de cada material a usar na produção de cada provete, relacionando o volume de cada um, a uma massa (kg).

As misturas foram feitas em baldes distintos, para melhor organização, tendo em consideração as diferentes granulometrias a utilizar em cada camada. Para uma mistura mais homogênea possível recorreu-se a um berbequim para amassadura de argamassa Figura 5 (a) durante 3 minutos, com uma mistura final manual, Figura 5 (b), cujo resultado pode ser observado na Figura 5 (c). A sequência da aplicação do material por camadas e o aspeto do provete antes de ser prensado encontra-se ilustrada na Figura 6.

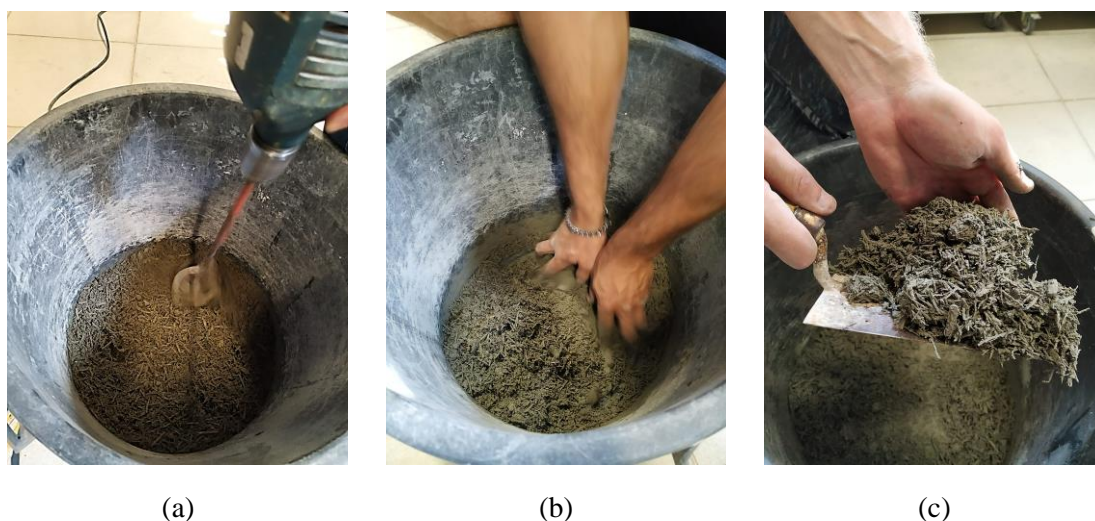


Figura 5 – (a) Mistura com berbequim de argamassa; (b) Mistura manual; (c) Aspeto da mistura final.



Figura 6 – Sequência de deposição do material por camadas e aspeto final de um “colchão” de provete antes da prensagem.

Para realizar os provetes foram necessárias placas de metal, com as dimensões dos respetivos provetes e com uma espessura de 4 mm, que foram também disponibilizadas pela VIROC. Além das placas foram necessários ainda doze perfis de aço para que, após a prensagem dos provetes, fosse possível a sua fixação. Seguidamente, os provetes entre as placas foram colocados numa estufa a 50 °C, com 50 % de HR, durante 10 horas. Na Figura 7 encontra-se o esquema adotado para prensar os provetes e a respetiva fixação, de maneira a existir uma força de compressão durante a primeira etapa da cura.



Figura 7 – Sobreposição dos “colchões” e respetivas fixações para prensagem.

Terminando assim todos os processos relativos a questões de cura dos provetes, foi necessário efetuar cortes nas placas produzidas para as dimensões estabelecidas pelas normas de ensaio e requisitos, para realização de ensaios de caracterização. A Figura 8 ilustra as dimensões das placas após a prensagem e a cura, ainda sem nenhum processo de corte.

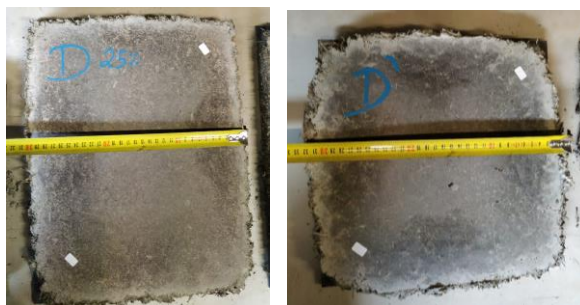


Figura 8 – Aspeto dos provetes, após a cura.

No Quadro 2 são apresentadas as composições de fibras dos provetes de painéis (em massa) e as siglas que os representam. Os provetes B e B' diferenciam-se pela sua área.

Quadro 2 – Siglas, composição e área dos provetes de placas.

Nome do provete	Composição do provete	Área do provete [mm]
B0	100 % pinho bravo com adição de 0 % de fibra de bananeira	400 x 300
B25	75 % pinho bravo com adição de 25 % de fibra de bananeira	
B50	50 % pinho bravo com adição de 50 % de fibra de bananeira	
B75	25 % pinho bravo com adição de 75 % de fibra de bananeira	
B'0	100 % pinho bravo com adição de 0 % de fibra de bananeira	300 x 300
B'25	75 % pinho bravo com adição de 25 % de fibra de bananeira	
B'50	50 % pinho bravo com adição de 50 % de fibra de bananeira	
B'75	25 % pinho bravo com adição de 75 % de fibra de bananeira	

3. PROCEDIMENTOS DE ENSAIO E RESULTADOS

3.1. Quantidade de açúcar presente na fibra do pseudocaule da bananeira

A presença de açúcares prejudica o correto fabrico dos painéis com cimento, de maneira que foi necessário analisar a viabilidade do uso das fibras de bananeira, precavendo eventuais problemas durante e após a fase de produção dos provetes. De acordo com informações técnicas da VIROC, a percentagem máxima de açúcar que pode estar presente no pinho bravo é de 0,4%. Assim, antes e após um tratamento prévio que consistiu numa lavagem manual das fibras de bananeira, durante 15 minutos, avaliou-se a diminuição dos níveis de açúcar sem e após o tratamento. Obtiveram-se valores de 0,25% para o pinho bravo, de 0,16% para as fibras de bananeira com tratamento e de 0,08% para as fibras sem qualquer tratamento.

Foi possível constatar que a utilização das fibras de bananeira cumpre os requisitos. Os teores de açúcar mais elevados correspondem às fibras de pinho bravo, de árvores cortadas recentemente e armazenadas no parque de materiais da VIROC durante um período, podendo variar consoante o ritmo de produção que a fábrica tenha. As fibras de bananeira não tratadas apresentam uma redução de 30%, face às fibras de madeira.

3.2. Análise granulométrica

Para determinar a curva granulométrica de cada tipo de fibra, foram selecionadas várias amostras representativas de cada material. O processo consistiu em agitar a amostra através de um conjunto definido de peneiros com diferentes aberturas. O ensaio durou 15 minutos e foi realizado mecanicamente com um equipamento SOILTEST modelo CL-394B. Foram avaliadas as massas das quantidades retidas em cada peneiro, conduzindo assim às curvas granulométricas, que se encontram na Figura 9.

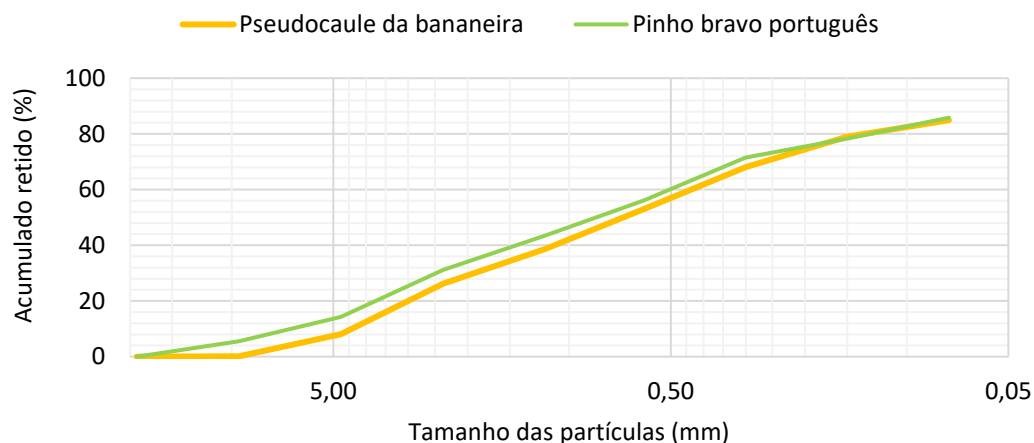


Figura 9 – Curvas granulométricas do pseudocaule da bananeira e das aparas de madeira.

3.3. Massa volúmica e teor de humidade

Para a determinação da massa volúmica dos provetes das placas recorreu-se à norma NP EN 323 (2002). Os únicos equipamentos requeridos para este processo foram uma craveira e balança digitais, para determinar a massa e o volume de cada provete e obter o seu quociente. Foram analisados cada provete da espécie B'0, B'25, B'50 e B'75. Os resultados da massa volúmica dos provetes são elevados devido ao fato das dimensões granulométricas das fibras de bananeira (abaixo de 1 mm), serem inferiores às do

pinho bravo, ocupando mais espaços vazios e aumentando a compacidade das placas.

Os valores dos teores de humidade são um parâmetro essencial de ser avaliado, uma vez que a humidade pode afetar a processabilidade, vida útil, usabilidade e qualidade de um produto. O processo tinha como ponto de partida uma pesagem inicial de todos os provetes, antes de um processo de secagem. A secagem consistiu na colocação das amostras numa estufa com circulação de ar, regulável a 103 ± 2 °C.

No Quadro 3 observam-se as massas volúmicas e as médias de teor de humidade dos provetes, em comparação com resultados dos painéis VIROC.

Quadro 3 – Massa volúmica e teor de humidade dos provetes ensaiados.

Amostra	Massa volúmica [kg/m ³]	Teor de humidade [%]
VIROC	1350	11
B'0	1699	11,2
B'25	1788	9
B'50	1934	8,2
B'75	1890	8

3.4. Resistência à flexão e módulo de elasticidade em flexão

A determinação da espessura dos provetes imediatamente antes dos ensaios mecânicos foi realizada com recurso a uma craveira digital. Os ensaios de módulo de elasticidade à flexão e de resistência à flexão foram realizados com base na norma NP EN 310 (2002). Recorreu-se a um equipamento Zwick Roell ZO10, com célula de carga de 10 kN. O ensaio foi realizado nos provetes B0, B25, B50 e B75 após os cortes, 3 dias após o último processo de cura na câmara climática. Relativamente ao módulo de elasticidade em flexão, este valor representa a resposta do material durante o ensaio de flexão, medindo-se a flecha (deslocamento) a meio-vão, ou seja, a meia distância entre os suportes. Apresentam-se na Figura 10 os resultados médios da resistência à flexão dos provetes de painéis e os respetivos módulos de elasticidade, comparativamente a valores dos painéis VIROC.

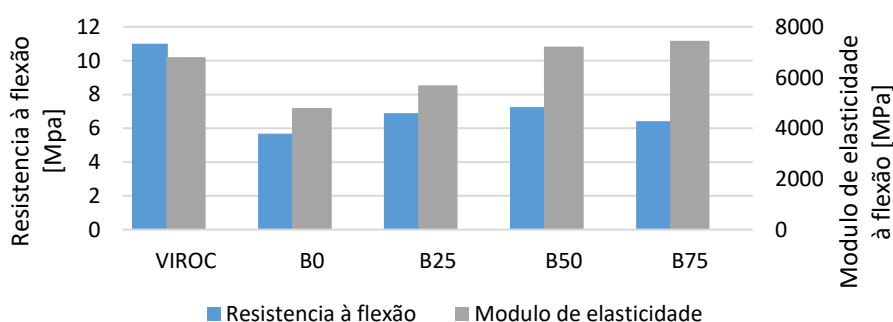


Figura 10 – Resistência à flexão e módulo de elasticidade em flexão dos provetes.

3.5. Resistência à tração perpendicular às faces da placa

Realizado através da norma NP EN 319 (2002), este ensaio possibilita determinar a resistência à tração perpendicular às faces da placa, em inglês denominado *internal bond*, relativo a aglomerado de partículas, aglomerado de fibras e aglomerado de partículas ligadas por cimento. Os resultados apresentam-se na Figura 11 (a), juntamente com os obtidos após ensaios ciclos que serão referidos em 3.7.

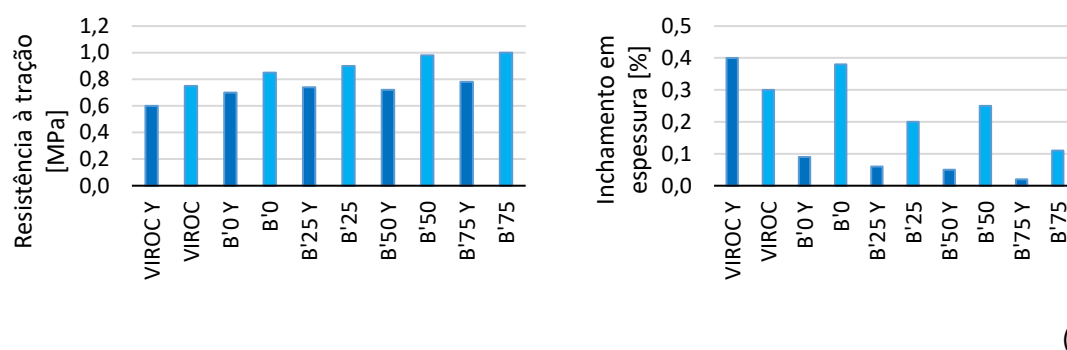


Figura 11 – Resistência à tração perpendicular (a) e inchamento em espessura após imersão em água (b) dos provetes ensaiados antes e após envelhecimento acelerado por ensaios cíclicos (diferenciados pela sigla Y).

Os valores médios de resistência à tração dos provetes B'0 sofreram um aumento de 18% face aos B'75. O aumento da resistência está também relacionada com a maior massa volúmica dos provetes B'75, face aos B'0. Através de uma análise visual de pós-rutura dos provetes, comprovou-se que a zona de rutura acontece no intervalo entre camadas, onde existe uma ligeira fragilidade (Figura 12), tal como acontece nas placas de VIROC.



Figura 12 – Zona de rutura de um provete após ensaio de tração perpendicular.

3.6. Inchamento em espessura após imersão em água

O ensaio de inchamento em espessura após imersão em água foi realizado de acordo com a NP EN 317 (2002) e os resultados são apresentados na Figura 11 (b), juntamente com os obtidos após ensaios cíclicos, que serão referidos em 3.7. Foi possível observar-se uma tendência para a diminuição do inchamento com o aumento da percentagem de fibras de bananeira; B'75 apresenta, notoriamente, um menor inchamento em espessura. O maior inchamento de provetes com maior presença de pinho bravo pode estar relacionado fisicamente com as características anatómicas da fibra (elevada porosidade) e quimicamente com o maior percentual de hemicelulose (Melo, Stangerlin, Sousa, et al., 2015), uma vez que é o componente químico responsável por conferir deformabilidade ao material.

3.7. Resistência à tração e inchamento em espessura após ensaios cíclicos

A resistência à humidade foi determinada através dos ensaios de resistência à tração e do inchamento em espessura após imersão em água, realizados após ciclos, de acordo com a NP EN 321 (2001). Os resultados apresentam-se na Figura 11 (a) e (b), respetivamente, respeitantes aos provetes com a letra “Y” acrescentada à nomenclatura já definida anteriormente.

De acordo com o historial de ensaios realizados pelo departamento técnico da VIROC, é normal uma redução de cerca de 0,3 MPa dos valores de resistência à tração, causadas pela degradação das propriedades das fibras. Através da Figura 11 é possível constatar que a redução dos valores dos ensaios

realizados após os ciclos aproximam-se dos 0,3 MPa. Foi no caso dos provetes B'50 Y e B'75 Y que se observou uma maior redução na resistência à tração. Houve, assim, uma degradação acrescida das fibras da bananeira, devido ao processo artificial de envelhecimento e de degradação pelos ensaios cíclicos. No entanto, verificou-se uma redução do inchamento em espessura dos provetes com o aumento do teor em fibras de bananeira após ensaios cíclicos, o que é bastante positivo.

4. CONCLUSÕES

Os valores obtidos podem ter tido influência do fabrico laboratorial e não industrial, uma vez que se obtiveram ligeiras variações de espessura nos provetes, uma maior compacidade e uma menor diferenciação entre as camadas exteriores e interior das placas. No entanto, de um modo geral a viabilidade destes painéis foi comprovada, respeitando, na maioria dos casos, as normas de requisitos dos painéis compósitos de madeira-cimento e por vezes superando as propriedades químicas e mecânicas apresentadas pelos painéis só com aparas de madeira do tipo VIROC. Assim conclui-se que a introdução de fibras de pseudocaulé da bananeira possui um elevado potencial para a produção de painéis compósitos do tipo VIROC a utilizar na reabilitação de edifícios, principalmente onde este resíduo exista com abundância, como é o caso da ilha da Madeira.

REFERÊNCIAS

- CEN, 2001 - **Thermal performance of building materials and products. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods. Dry and moist products of medium and low thermal resistance.** Brussels: CEN. EN 12664:2001.
- FAO, 2018 – **Banana market review: Preliminary results for 2018.** Rome: United Nations.
- MORAES, N. C.; HENKES, J. A., 2013 - **Avaliação do programa de gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição no Município de Caçapava, SP.** Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, 2 (1), 113-134.
- MELO, R. R.; STANGERLIN, D. M.; SOUSA A. P.; CADEMARTORI, P. H. G.; SCNEID, E., 2015 - **Propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados madeira-bambu.** Ciência Rural, 45(1), 35-42.
- NP EN 310:2002 - **Placas de derivados de madeira. Determinação do módulo de elasticidade em flexão e da resistência à flexão.** Instituto Português da Qualidade, 2002.
- NP EN 317:2002 - **Aglomerado de partículas de madeira e aglomerado de fibras de madeira. Determinação do inchamento em espessura após imersão em água.** Instituto Português da Qualidade, 2002.
- NP EN 319:2002 - **Aglomerado de partículas de madeira e aglomerado de fibras de madeira. Determinação da resistência à tracção perpendicular às faces da placa.** Instituto Português da Qualidade, 2002.
- NP EN 322:2002 - **Placas de derivados de madeira. Determinação do teor de água.** Instituto Português da Qualidade, 2002.
- NP EN 323:2002 - **Placas de derivados de madeira. Determinação da massa volúmica.** Instituto Português da Qualidade, 2002.